

окупаемость затрат по залу повышенной комфортности «Клуб СВ» возрастет на 1,4 процентных пункта.

Кроме организационных мер предусматривается ряд маркетинговых решений, направленных на привлекательность посещения зала повышенной комфортности «Клуб СВ» для отдыха, а также проведения социально-культурных и деловых мероприятий на коммерческой основе.

Список литературы

1 Правила перевозок пассажиров, багажа и грузобагажа железнодорожным транспортом общего пользования : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 17 июля 2015 г., № 609 // Эталон – Беларусь : информ.-поисковая система (дата обращения: 25.05.2024).

2 Кузнецов, В. Г. Организация работы железнодорожных вокзалов / В. Г. Кузнецов, Л. А. Редько, И. М. Литвинова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 247 с.

3 Вокзал станции Минск-Пассажирский : [сайт]. – Минск, 2025. – URL: https://pass.rw.by/ru/railway_stations/minsk_passenger (дата обращения: 25.05.2024).

4 Зал повышенной комфортности «Сервис-центр «Клуб СВ» на вокзалах станций Минск-Пассажирский и Орша-Центральная // Белорусская железная дорога. – URL: https://minsk.rw.by/social_sphere/zal_povishennoj_komfortnosti_klub_sv_st (дата обращения: 26.05.2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Николук Александр Владимирович, г. Минск, УП «Минское отделение Белорусской железной дороги», первый заместитель начальника станции – начальник вокзала Минск-Пассажирский, mpas_szaml@nod1.mnsk.rw;

■ Аксенчиков Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», aksenchikov72@mail.ru.

УДК 629.06:621.4

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ВИЭ И АЭС ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

В. М. ОВЧИННИКОВ

УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Электричество представляет собой высококачественную форму энергии и может использоваться во всех сферах деятельности. Особенно это заметно в транспортном секторе, где электричество теснит углеводородное топливо. В настоящее время сохранение достигнутого уровня жизни определяется в основном значительным потреблением ископаемого углеводородного топлива.

Однако сжигание этого топлива является дополнительным источником поступления парниковых газов в окружающую среду. Современный экологический аспект энергетики привлек общественный интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), а именно к ветроэнергетике и гелиоэнергетике.

Положительные стороны ветровой и солнечной энергетики понятны – при эксплуатации нет никаких затрат на топливо. Однако производство ветро- и гелиогенераторов связано с обязательным применением редких металлов, добыча которых сопровождается большим загрязнением окружающей среды.

Такие экзотические материалы, как ванадий, германий, вольфрам, сурьма, бериллий, рений, тантал, ниобий, металлы платиновой группы и другие, обязательно используются в ВИЭ-генераторах. Эти редкие металлы существуют в природе в необычайно малых количествах и обладают исключительными свойствами. Микроскопическое количество одного из этих металлов, если очистить его от примесей, имеет очень мощное магнитное поле. Маленькие сверхмагниты не превосходят своим размером булавочную головку. Производство редких металлов сосредоточено в мире следующим образом. В ЮАР в больших количествах добывают платину и родий, в Бразилии – ниобий, в России – палладий, в США – бериллий, в Турции – соли борной кислоты, в Руанде – тантал, в Конго – кобальт. Но большая часть редких металлов добывается именно в шахтах Китая.

Добыча редких металлов – очень трудоемкий процесс. Например, необходимо обработать 8,58 т горной породы, чтобы получить 1 кг ванадия, для получения 1 кг церия нужно обработать 16 т горной породы, для получения 1 кг галлия – 50 т, для получения 1 кг еще более редкого металла – лютетия – 1200 т. Спрос на эти металлы в нынешнее время очень велик. В связи с этим редкие металлы недешевы: 1 кг галлия стоит около 150 долларов, цена 1 кг германия 1500 долларов. Редкие металлы широко используются в новых «зеленых» технологиях.

Современная ветряная турбина – это установка промышленного масштаба до 170 м высотой. Генератор и оборудование системы управления устанавливаются в аэродинамической гондоле, расположенной за вращающимися лопастями (рисунк 1).

Электрогенератор ветроустановки размещается на колонне около 100 м, и, чтобы на эту колонну воздействовала как можно меньшая масса генератора, необходимо использовать в нем редкие металлы.

Добыча редких металлов наносит большой экологический вред. В 2006 г. шестьдесят предприятий Китая по производству индия – редкого металла, используемого в солнечных панелях, – вылили тонны химикалий в реку Сянцзян, в результате чего прибрежные районы остались без питьевой воды. В притоке реки Янцзы обнаружены токсичные отходы, оставленные при

производстве вольфрама – металла, используемого в лопастях ветрогенераторов. К этому добавляются скважины, заполненные токсичными отходами. Серная и соляная кислоты попадают в окружающие водоемы, что ведет к гибели всех растений. К этому следует добавить крайне тяжелые условия труда.



Рисунок 1 – Сравнение габаритов ветряной турбины

Кроме того, для добычи этих редких металлов используется электроэнергия, в основном произведенная на тепловых электростанциях Китая, сжигающих каменный уголь – самое дешевое, но очень загрязняющее окружающую среду углеводородное топливо.

В западных странах тепловые электростанции заменяют на ВИЭ-генераторы, однако возникает парадоксальная ситуация. Заменители наносят экологический вред не меньше, чем сжигание углеводородного топлива.

Ветер, как и солнце, непостоянен. Сегодня средневзвешенное значение мощности ветроэнергетики составляет 32 %. Выработка электроэнергии с помощью солнечных батарей – процесс прерывающийся, зависящий от

наличия солнечного света. Фактическая генерация гелиоэнергетики может составлять всего около 20 % мощности.

Существуют также расходы как на техническое обслуживание, так и на общую энергосистему в управлении возобновляемой энергетикой. Главную проблему представляет непостоянство ветряной и солнечной энергетики. Необходимо интегрировать большие и постоянно меняющиеся порции электроэнергии в электросеть, обычно работающую на ритмичной передаче электроэнергии от традиционных электростанций в соответствии со спросом в определенное время суток.

Другими словами, в настоящее время солнечная и ветряная энергетика не могут быть без тепловых электростанций.

Для Белорусской АЭС выбран наиболее безопасный реактор ВВЭР-1000 (на Чернобыльской АЭС были установлены ядерные реакторы типа РБМК). В мире эксплуатируется более пятидесяти энергоблоков типа ВВЭР, и никаких аварий на этих блоках не происходило.

Атомная генерация электричества, на взгляд автора, самый нераскрытый и недооцененный энергетический ресурс, к которому человечество в будущем вернется, поскольку ограничения в атомной генерации носят по большей части политический характер. АЭС средней мощности за полдня вырабатывает столько электроэнергии, сколько один из самых больших ветряков за год. Уже сейчас более ста АЭС строится в мире.

По данным Межправительственной группы экспертов самым «грязным» типом генерации является угольный – в среднем 820 г $\text{CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч}$, электрогенерация АЭС – около 10 г $\text{CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч}$.

Энергоемкость урана во много раз превышает органическое топливо. Так, 1 кг низкообогащенного урана (до 4 % по урану-235), используемый в ядерном топливе, при полном расщеплении ядер урана-235 выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 60 т мазута.

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) АЭС самый высокий из существующих и может быть равен даже 100 %. На АЭС вырабатывается самое дешевое электричество, стоимость которого может быть ниже 4 центов США за 1 кВт·ч. Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, полученного на угольной станции, в зависимости от региона находится в пределах от 6 до 14 центов США. Стоимость 1 кВт·ч от газовой электростанции не больше 8 центов.

АЭС не имеют выбросов дымовых газов, не выбрасываются в атмосферу оксиды серы, азота, углекислый газ, что позволяет снизить парниковый эффект, ведущий к глобальному изменению климата. Используемые АЭС позволяют значительно снизить стоимость электроэнергии, разгрузить транспорт для перевозки топлива, отпадает проблема нехватки кислорода поскольку горение топлива отсутствует.

В ядерной энергетике произошло меньше всего аварий и погибло меньше всего людей из всех крупномасштабных энергетических отраслей. Исследование, опубликованное в английском медицинском журнале «Lancet», показало, что работа ядерных энергетических установок вызывает около 0,019 случая смерти на производстве на 1 трлн Вт·ч, в основном на этапах добычи руды, ее механической обработки и генерирования электроэнергии.

В повседневной жизни мы подвергаемся радиоактивному излучению от самых разнообразных источников. Для сравнения можно привести следующие цифры:

- 0,01 мЗв – ежедневный 3-часовой просмотр телевизора в течение года;
- 0,01 мЗв – 2-часовой полет на самолете;
- 0,005 мЗв – годовая доза за счет влияния АЭС для местного населения;
- 1,5–2 мЗв – годовая доза за счет естественного радиационного фона;
- 3,7 мЗв – средняя доза облучения при флюорографии;
- 2 мЗв – при обследовании головного мозга с помощью компьютерной томографии;
- 6–11 мЗв – при обследовании брюшной полости, кишечника, легких с помощью КТ;
- 30 мЗв – облучение при рентгенографии зубов.

По данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) предельная доза облучения составляет 150 мЗв в год. Медицинское обследование различных органов человека с применением оборудования МРТ не использует радиоактивные изотопы, следовательно, нет радиоактивного воздействия.

Ветро- и гелиоэнергетика, которую многочисленные экологи восхваляют за то, что она позволяет отказаться от ядерной энергии, основана на некоторых видах сырья (в частности, редкоземельные металлы и тантал), добыча которых заражает почву радиацией. Редкие металлы не радиоактивны, но процесс их отделения от других радиоактивных элементов, с которыми они залегают в земной коре, такими как торий или уран, создает определенный радиационный фон.

Сравнительный анализ показывает, что ядерная энергетика значительно эффективнее и менее опасна, чем технологии ветро- и гелиоэнергетики, которые предлагаются в качестве альтернативного источника выработки энергии.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Овчинников Вячеслав Михайлович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший научный сотрудник отдела экологической безопасности и энергосбережения на транспорте испытательного центра железнодорожного транспорта БелГУТа, канд. техн. наук, доцент, transeneko@mail.ru.